

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4736184号

(P4736184)

(45) 発行日 平成23年7月27日(2011.7.27)

(24) 登録日 平成23年5月13日(2011.5.13)

(51) Int.Cl.

F I

A 6 1 B 5/055 (2006.01)

A 6 1 B 5/05 3 7 0

G 0 1 R 33/48 (2006.01)

G 0 1 N 24/08 5 2 0 Y

請求項の数 8 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2000-584319 (P2000-584319)	(73) 特許権者	390041542
(86) (22) 出願日	平成11年11月23日(1999.11.23)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
(65) 公表番号	特表2002-530172 (P2002-530172A)		GENERAL ELECTRIC CO
(43) 公表日	平成14年9月17日(2002.9.17)		MPANY
(86) 国際出願番号	PCT/US1999/027744		アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
(87) 国際公開番号	W02000/031558		クタデイ、リバーロード、1番
(87) 国際公開日	平成12年6月2日(2000.6.2)	(74) 代理人	100137545
審査請求日	平成18年11月17日(2006.11.17)		弁理士 荒川 聡志
(31) 優先権主張番号	09/200,144	(74) 代理人	100105588
(32) 優先日	平成10年11月25日(1998.11.25)		弁理士 小倉 博
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100129779
前置審査			弁理士 黒川 俊久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 MRジオメトリー規定制御を備えたMRイメージング・システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

磁気共鳴(MR)イメージング・システムにおいて過去に位置決めされた第1の関心構造であるイメージング・ボリュームの第1のジオメトリー規定に基づいて、後続の第2の関心構造である第2のイメージング・ボリュームの第2のジオメトリー規定を決定する方法であって、

前記第1の関心構造の前記第1のジオメトリー規定は、前記第1の関心構造の第1の2次元イメージング断面を表す開始の境界平面を規定する第1のジオメトリー情報と、前記第1の関心構造の第2の2次元イメージング断面を表す終了の境界平面を規定する第2のジオメトリー情報とを含み、前記第1と第2のジオメトリー情報は、前記MRイメージング・システムに記憶されている、ジオメトリー規定の決定方法であって、

a) 前記第1のイメージング・ボリュームを選択して前記第1と第2のジオメトリー情報を呼び出す過程と、

b) 前記開始と終了の境界平面を表す前記第1及び第2のジオメトリー情報を、少なくとも1つのバッファにそれぞれロードする過程と、

c) 前記後続の第2の関心構造である第2のイメージング・ボリュームの2次元イメージング断面を表す後続の開始と終了の境界平面であって、開始若しくは終了の境界平面のいずれか一方である後続の境界平面をユーザインターフェースを用いて選択する過程と、

d) ロードした前記最初と終了の境界平面の少なくとも一方の境界平面が、前記後続の境界平面と平行でないときに、前記少なくとも一方の境界平面と前記後続の境界平面に対し

10

20

て最適適合アルゴリズムを適用して、前記第 2 のイメージング・ボリュームを規定する第 2 のジオメトリー規定を決定する過程と、

e) 前記第 2 のイメージング・ボリュームの前記後続の開始と終了の境界平面を表す後続のジオメトリー情報を M R イメージング・システムに記憶する過程と、
を具備することを特徴とするジオメトリー規定方法。

【請求項 2】

前記過程 c は、

f) 前記開始と終了の境界平面の内の、少なくとも一方の境界平面のジオメトリー情報を
選択する過程と、

g) 選択された前記少なくとも一方の境界平面のジオメトリー情報に対応するイメージン
グ断面が収集され且つ表示されるように、選択された少なくとも一方のジオメトリー情報
を M R イメージング・システムへ送信する過程と、
を更に含む請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

過程 g) の前記イメージング断面は、実時間収集データ及び非実時間収集データを含む
データ群から収集された平面状断面である請求項 2 記載の方法。

【請求項 4】

前記過程 c は、

h) 前記第 1 の関心構造の、別の異なるイメージング断面を規定する過程と、

i) 前記第 1 の関心構造の前記別の異なるイメージング断面に対応する異なるジオメ
トリー情報を決定する過程と、

j) 前記少なくとも一方の境界平面のジオメトリー情報を、前記別の異なるイメージン
グ断面に対応する異なるジオメトリー情報と置き換える過程と、を更に含む請求項 2 記載の
方法。

【請求項 5】

磁気共鳴 (M R) イメージング・システムにおいて過去に位置決めされた第 1 の関心構
造であるイメージング・ボリュームの第 1 のジオメトリー規定に基づいて、後続の第 2 の
関心構造である第 2 のイメージング・ボリュームの第 2 のジオメトリー規定を決定する磁
気共鳴 (M R) イメージング・システムであって、

前記第 1 の関心構造の第 1 の 2 次元イメージング断面を表す開始の境界平面を規定する
第 1 のジオメトリー情報と、前記第 1 の関心構造の第 2 の 2 次元イメージング断面を表す
終了の境界平面を規定する第 2 のジオメトリー情報とを記憶するメモリと、

前記メモリから前記第 1 と第 2 のジオメトリー情報を呼び出してバッファにロードする
手段と、

前記後続の第 2 の関心構造を含む第 2 のイメージング・ボリュームの 2 次元イメージン
グ断面を表す後続の境界平面を選択するユーザインターフェース手段と、

ロードした前記開始と終了の境界平面の少なくとも一方の境界平面が、前記後続の境界
平面と平行でないときに、前記少なくとも一方の境界平面と前記後続の境界平面に対して
最適適合アルゴリズムを適用して、前記第 2 のイメージング・ボリュームを規定する第 2
のジオメトリー規定を決定する手段と、

前記第 2 のイメージング・ボリュームの前記後続の開始と終了の境界平面を表す後続の
ジオメトリー情報を M R イメージング・システムにおいて表示する手段と、
を具備することを特徴とする M R イメージングシステム。

【請求項 6】

さらに、前記開始と終了の境界平面の内の少なくとも 1 つの境界平面のジオメトリー情
報を選択する手段と、

選択されたジオメトリー情報に対応するイメージング断面が収集され且つ表示されるよ
うに、前記選択された少なくとも 1 つのジオメトリー情報を M R イメージング・システム
へ送信する手段と、を更に含む請求項 5 記載のシステム。

【請求項 7】

10

20

30

40

50

前記イメージング断面は、実時間収集データ及び非実時間収集データを含むデータ群から収集された平面状断面である請求項6記載のシステム。

【請求項8】

前記ユーザインターフェース手段は、

前記第1の関心構造の別の異なるイメージング断面を規定する手段と、

前記第1の関心構造の異なるイメージング断面に対応する異なるジオメトリ情報を決定する手段と、

このMRイメージング・システムに記憶されているジオメトリ情報の少なくとも1つを異なるイメージング断面に対応する異なるジオメトリ情報と置き換える手段と、を更に含む請求項6記載のシステム。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】

本発明は一般に磁気共鳴(MR)イメージング・システム及び方法に関する。更に特定すれば、本発明は、実時間イメージングを行えるMRイメージング・システム、並びに関心構造の後続のMR画像を収集するためにオペレータが会話形式で関心構造の励起プロファイルのジオメトリ(geometry; 幾何学的配置)を規定するのを補助する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

人体組織などの物質を均一な磁界(分極磁界 B_0)にさらすと、組織中のスピンの個々の磁気モーメントはこの分極磁界と整列しようとするが、ランダムに特性ラーモア周波数で歳差運動する。物質すなわち組織にx-y平面にあり且つラーモア周波数に近い周波数を有する磁界(励起磁界 B_1)を印加したときには、正味の整列したモーメント M_z がx-y平面へ向かって回転すなわち「チップ(tip)」して、正味の横磁気モーメントMを生じる。励起信号 B_1 が終了した後に励起されたスピンにより信号が放出され、この信号を受信し処理することにより画像を形成することができる。

20

【0003】

これらの信号を利用して画像を生成する場合には、磁気勾配(G_x 、 G_y 及び G_z)が使用される。典型的には、画像を生成すべき領域を一連の測定サイクルにより走査する。これらのサイクルにおいて、磁気勾配は使用している特定の局在化法に従って変えられる。この結果得られる一組の受信NMR信号をデジタル化し、周知の数多くの再構成法の1つを使用して処理することにより、画像が再構成される。

30

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

MRイメージング走査のカバー・ボリューム(volume of coverage)を画定しようとする場合、NMRシステムのオペレータがこのカバー・ボリューム内の解剖学的断面のプレビューMR画像(例えば、実時間MR画像)を素早く見たいと希望することもある。このプロセスは、高い空間分解能が望まれるためにスラブをできる限り薄くしなければならない三次元イメージング・ボリュームを規定するときに特に有用である。カバー・ボリューム内の解剖学的断面が完全であるように、すなわち、例えば、所望の血管網全体の画像をカバーするように、この薄いスラブを位置決めすることが望ましい。従って、三次元データ収集を開始する前にスラブの両面を迅速に見ることは、所望の解剖学的断面の全体が、画定されたカバー・ボリューム内に入っているか否かを確認する上で有用である。

40

【0005】

典型的には、まず、二次元の軸方向、矢状(サジタル)及び冠状(コロナル)「スカウト」画像を収集し、後の使用に備えて、それらのスカウト画像を記憶しておく。使用するときには、オペレータはスカウト画像を呼び出し、スカウト画像の上でイメージング・ボリュームを直接、図形により又は明示して(幾何学座標を使用して)規定する。イメージング・ボリュームは関心構造の二次元スライススタックあるいは三次元スラブであっても良い。この技法の欠点は、後続のイメージング・ボリュームを得るまで、オペレータが規

50

定したジオメトリーの結果を実際に見られないことである。イメージング・ボリュームの収集が完了するまで、規定の誤りを検出したり、修正したりすることは不可能である。従って、規定の誤りがある場合には、オペレータは所望の人体スライスのイメージング・ボリュームを再び規定し、データを再度収集しなければならない。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】

本発明の一実施例は、会話形式でMRジオメトリーの規定制御を行うMRイメージング・システムに関する。MRイメージング・システムは、関心構造の後続のイメージング・ボリュームのジオメトリーを規定する方法を提供する。オペレータは会話形式で、入力装置を使用してしながら第1の実時間イメージング断面(section)を収集して表示させる。オペレータは入力装置を使用して、MRイメージング・システムのバッファ内の第1の実時間イメージング断面に対応する走査平面を画定する第1のジオメトリー情報を設定する。第1のジオメトリー情報は後続のイメージング・ボリュームの「開始」境界ジオメトリーを規定する。次に、オペレータは会話形式で、入力装置を使用してしながら第2の実時間イメージング断面を収集して表示させる。同様に、オペレータはMRイメージング・システムのバッファ内の第2の実時間イメージング・ボリュームに対応する走査平面を画定する第2のジオメトリー情報を設定する。第2のジオメトリー情報は後続のイメージング・ボリュームの「終了」境界ジオメトリーを規定する。この時点で、その内部に血管網などの所望の関心構造を含んでいる所望の後続のイメージング・ボリュームを画定する境界ジオメトリーは、所望のイメージング・ボリュームの収集を開始する前に、効率良く且つ迅速に検査し且つ規定することができる。

【 0 0 0 7 】

本発明の別の実施例は、以前に規定したイメージング・ボリュームのジオメトリー情報を検索することに関する。オペレータが入力装置を使用して1つの以前に規定したイメージング・ボリュームを選択し、システムが、選択された前記以前に規定したイメージング・ボリュームに対応する「開始」境界ジオメトリー及び「終了」境界ジオメトリーをバッファにロードする。次に、オペレータは以前に規定したイメージング・ボリュームから検索された「開始」境界ジオメトリー及び「終了」境界ジオメトリーを使用して、実時間イメージング断面を収集して表示することができる。典型的には、オペレータは、グラフィカル・ユーザ・インタフェースを入力装置及び表示画面と組み合わせて使用して、会話形式で関心構造の励起プロファイルのMRジオメトリーを規定する。

【 0 0 0 8 】

本発明の目的は、オペレータが実時間イメージング断面データ収集の速度及びその表示を利用して、イメージング・ボリュームの収集にとりかかる前に所望のイメージング・ボリュームの境界ジオメトリーを正確に且つ効率良く規定できるようにする機能を提供することである。本発明の別の目的は、オペレータがイメージング・ボリュームを得るために以前に規定した境界ジオメトリーを検索し、検索された境界ジオメトリーに対応するイメージング断面を迅速に見ることにより、イメージング・ボリュームの収集にとりかかる前に必要に応じて境界ジオメトリーを修正できるようにすることである。

【 0 0 0 9 】

本発明のその他の主要な特徴及び利点は、添付の図面、以下の説明及び特許請求の範囲を検討することにより当業者には明白になるであろう。

【 0 0 1 0 】

【発明の実施の形態】

本発明は、添付の図面と関連させた以下の詳細な説明から更によく理解されるであろう。尚、図中、同じ図中符号は同じ部分を指示する。

【 0 0 1 1 】

まず、図1を参照すると、本発明を取り入れた好ましいMRイメージング・システムの主要な構成要素が示されている。システムの動作は、入力装置101とコントロール・パネル102と表示装置104とを含むオペレータ・コンソール100から制御される。コン

ソール 100 はリンク 116 を介して別のコンピュータ・システム 107 と通信し、これにより、オペレータは画像を生成して表示装置 104 に表示させることができる。コンピュータ・システム 107 は、バックプレーンを介して互いに通信する複数のモジュールを含む。それらのモジュールには、画像処理装置モジュール 106、CPU モジュール 108 及び当該技術分野においては画像データ・アレイを記憶するフレーム・バッファとして知られているメモリ・モジュール 113 などがある。コンピュータ・システム 107 は、画像データ及びプログラムを記憶するディスク記憶装置 111 及びテープ・ドライブ 112 に結合されると共に、高速直列リンク 115 を介して別のシステム制御部 122 と通信する。

【0012】

システム制御部 122 は、バックプレーンにより互いに接続された一連のモジュールを含む。それらのモジュールには、CPU モジュール 119、及び直列リンク 125 を介してオペレータ・コンソール 100 に接続されるパルス発生器モジュール 121 がある。システム制御部 122 は、実行すべき走査シーケンスを指示する命令を、この直列リンク 125 を介してオペレータから受け取る。パルス発生器モジュール 121 は、所望の走査シーケンスを実行するために、システム構成要素を動作させる。パルス発生器モジュール 121 は、発生すべき無線周波 (RF) パルスのタイミング、強さ及び形状と、データ収集ウィンドウのタイミング及び長さを指示するデータを生成する。パルス発生器モジュール 121 は、走査中に発生すべき勾配パルスのタイミング及び形状を指示するために、一連の勾配増幅器 127 に接続されている。また、パルス発生器モジュール 121 は生理学的データ収集用コントローラ 129 から患者データを受信する。生理学的データ収集用コントローラ 129 は、患者に接続された複数の異なるセンサからの信号、例えば、電極からの ECG 信号又はペローからの呼吸信号などを受信する。更に、パルス発生器モジュール 121 は走査室インタフェース回路 133 にも接続されている。この回路は、患者及びマグネット・システムの状態と関連する様々なセンサから信号を受信する。また、患者位置決めシステム 134 も、この走査室インタフェース回路 133 を介して患者を所望の走査位置へ移動させるための指令を受信する。

【0013】

パルス発生器モジュール 121 により発生される勾配波形は、G_x、G_y 及び G_z 増幅器から構成される勾配増幅器システム 127 に印加される。各勾配増幅器は、全体を図中符号 139 により指示されているアセンブリ内の対応する勾配コイルを励起して、位置符号化収集信号を得るために使用される磁界勾配を発生させる。勾配コイルアセンブリ 139 は、分極用マグネット 140 と、全身用無線周波 (RF) コイル 152 とを含むマグネット・アセンブリ 141 の一部を形成している。

【0014】

システム制御部 122 のトランシーバ・モジュール 150 が発生したパルスは、無線周波 (RF) 増幅器 151 により増幅されて、送受信スイッチ 154 を介して RF コイル 152 に結合される。患者の体内の励起核により放射される信号は同じ RF コイル 152 により感知され、送受信スイッチ 154 を介して前置増幅器 153 に結合される。増幅された NMR 信号はトランシーバ 150 の受信器部によって復調されフィルタリングされデジタル化される。送受信スイッチ 154 は、送信モードの間は RF 増幅器 151 をコイル 152 に接続し、受信モードの間は前置増幅器 153 に接続するように、パルス発生器モジュール 121 からの信号により制御される。また、送受信スイッチ 154 は別の RF コイル (例えば、頭部用コイル又は体表用コイル) を送信モード、受信モードのいずれかで使用できるようにする。

【0015】

RF コイル 152 によりピックアップされた NMR 信号はトランシーバ・モジュール 150 によりデジタル化されて、システム制御部 122 のメモリ・モジュール 160 へ転送される。走査が完了し、メモリ・モジュール 160 に全データ・アレイが収集されたならば、アレイ・プロセッサ 161 はそのデータをフーリエ変換して、画像データ・アレイを生

10

20

30

40

50

成するように動作する。この画像データは直列リンク 115 を介してコンピュータ・システム 107 へ伝送され、そこでディスク・メモリ 111 に記憶される。オペレータ・コンソール 100 から受信した指令にตอบสนองして、この画像データはテープ・ドライブ 112 で保管するか、又は画像プロセッサ 106 により更に処理された後でオペレータ・コンソール 100 へ伝送されて、表示装置 104 に表示してもよい。

【0016】

特に図 1 及び図 2 を参照して説明すると、トランシーバ 150 はコイル 152 A において電力増幅器 151 を介して RF 励起磁界 B_1 を発生し、コイル 152 B で誘起された信号を受信する。先に指示した通り、コイル 152 A 及び 152 B は図 2 に示すように別個のコイルであっても良いし、図 1 に示すように 1 つの全身用コイルであっても良い。RF 励起磁界の基準周波数、すなわち搬送周波数は、CPU モジュール 119 及びパルス発生器モジュール 121 から一連のデジタル信号 (CF) を受信する周波数合成器 200 の制御の下に発生される。それらのデジタル信号は、出力端子 201 で発生される RF 搬送波信号の周波数と位相を指示する。指令に従って発生された RF 搬送波は変調器 / アップコンバータ 202 に印加され、そこで、搬送波の振幅が同様にパルス発生器モジュール 121 から受信される信号 $R(t)$ にตอบสนองして変調される。信号 $R(t)$ は、発生すべき RF 励起パルスの包絡線を画定し、モジュール 121 において記憶されている一連のデジタル値を読み出すことにより発生される。所望の RF パルス包絡線を発生させるため、記憶されているそれらのデジタル値をオペレータ・コンソール 100 から変更することも可能である。

【0017】

出力端子 205 で発生される RF 励起パルスの大きさは、バックプレーン 118 からデジタル指令 TA を受信する励起装置減衰器回路 206 により減衰される。減衰された後の RF 励起パルスは、RF コイル 152 A を駆動する電力増幅器 151 に印加される。トランシーバのこの部分 122 の詳細については、本明細書で参考として取り入れる米国特許第 4,952,877 号を参照のこと。

【0018】

更に図 1 及び図 2 を参照すると、被検体により発生された NMR 信号は受信器コイル 152 B によりピックアップされた後、前置増幅器 153 を介して受信器減衰器 207 の入力端子に印加される。受信器減衰器 207 は、バックプレーン 118 から受信したデジタル減衰信号 (RA) により確定される量だけ信号を更に増幅する。

【0019】

受信される信号はラーモア周波数であるか又はほぼその周波数であり、この RF 信号はダウンコンバータ 208 により 2 段階のプロセスを経てダウン変換される。すなわち、ダウンコンバータ 208 は、まず、NMR 信号を信号線 201 の搬送波信号と混合し、次に、それにより得られた差信号を信号線 204 の 2.5 MHz 基準信号と混合する。ダウン変換後の NMR 信号はアナログ / デジタル (A/D) 変換器 209 の入力端子に印加される。A/D 変換器 209 はアナログ信号をサンプリングし、デジタル化して、それをデジタル検出器 / 信号処理装置 210 に印加する。デジタル検出器 / 信号処理装置 210 は、受信信号に対応する 16 ビット同相 (I) 値と 16 ビット直角位相 (Q) 値とを生成する。この結果得られた受信信号のデジタル化 I 値及び Q 値のストリームは、バックプレーン 118 を介してメモリ・モジュール 160 へ出力され、そこで、本発明に従って正規化された後、画像を再構成するために使用される。

【0020】

2.5 MHz 基準信号並びに 250 MHz サンプリング信号と、5 MHz、10 MHz 及び 60 MHz の基準信号は、共通の 20 MHz マスタ・クロック信号から基準周波数発生器 203 により発生される。受信器の詳細については、本明細書に参考として取り入れる米国特許第 4,992,736 号を参照のこと。

【0021】

本発明の一実施例においては、オペレータは、後に利用する MR イメージング・ボリュー

10

20

30

40

50

ムを画定するためのジオメトリーを対話形式で規定するか、又は解剖学的構造などの関心構造の以前に画定されたMRイメージング・ボリュームからのジオメトリー情報を受信する。このような対話形式によるジオメトリーの規定は、入力装置101を使用して、オペレータ・コンソール100（オペレータ・インタフェースとも言う）から実行される。入力装置101は、マウス、ジョイスティック、キーボード、トラックボール、タッチスクリーン、ライトワンド(light wand)及び音声制御装置を含む装置群から選択されるが、それらの装置に限定されるわけではない。本発明のMRイメージング・システムは関心構造内部の所望のどのような向きからでも画像を生成することができ、実時間データ収集と非実時間データ収集との双方を実行できるように装備されている。すなわち、「実時間」とは、MR画像データが連続的に収集され、その収集と同じ速度でMR画像データが再構成されることを言う。実時間MR画像のデータ収集と表示は、MRイメージング・システムの性能に制約されるが、約1秒以内で実行可能である。

10

【0022】

図3は、本発明の一実施例で使用されるグラフィカル・ユーザ・インタフェース105を示す。グラフィカル・ユーザ・インタフェース105と、関心構造のMR画像はMRイメージング・システムの表示装置104（電子表示装置とも言う）に表示されている。オペレータは、入力装置101を使用してグラフィカル・ユーザ・インタフェース105と会話する。グラフィカル・ユーザ・インタフェース105は開始境界設定アイコン10と、3ポイント開始境界ジオメトリーアイコン12と、終了境界設定アイコン14と、3ポイント終了境界ジオメトリーアイコン16とを含む。3ポイント開始境界ジオメトリーアイコン12及び3ポイント終了境界ジオメトリーアイコン16は、それぞれ、イメージング・ボリューム内の関心構造の1つの平面状断面の場所を画定する幾何学座標を含む。座標は、患者の左右方向(R/L)と、患者の前後方向(A/P)と、患者の上下方向(S/I)とで画定され、以後、これらを中心点RAS座標という。グラフィカル・ユーザ・インタフェース105は開始境界収集アイコン18と、終了境界収集アイコン20と、ロケーション適用アイコン22と、ロケーション検索アイコン24と、シリーズ保存(save)アイコン26とを更に含む。

20

【0023】

まず、後続のイメージング・ボリューム又は提案されたイメージング・ボリュームの境界ジオメトリーを規定するため、オペレータが、所望の後続のイメージング・ボリュームを画定する境界に対応する実時間のイメージング断面（好ましくは、二次元平面状断面）を観察し、この観察をこのようなイメージング断面を後続のイメージング・ボリュームとして定める前に行えるようにすることが望ましい。典型的には、オペレータはMRイメージング・システムを操作することにより、所望の後続のイメージング・ボリュームの1つの境界を画定するような、関心構造を対象とする実時間イメージング断面を収集して、表示装置104上に表示させる。次に、オペレータはグラフィカル・ユーザ・インタフェース105上の開始境界設定アイコン10を「クリック」することにより、この実時間イメージング断面を後続のイメージング・ボリュームの1つの境界平面として登録する。このイメージング断面の走査平面のジオメトリー表現が、中心点RAS座標中にテキストとして決定されて記憶される（すなわち、テキスト・バッファに記憶される）。開始境界のジオメトリー表現はまたグラフィカル・ユーザ・インタフェース105の3ポイント開始境界ジオメトリーアイコン12にも表示される。

30

40

【0024】

次に、オペレータはMRイメージング・システムを操作することにより、所望の後続のイメージング・ボリュームの別の境界を画定するような、関心構造を対象とする別の実時間イメージング断面を収集して、表示装置104上に表示させる。オペレータはグラフィカル・ユーザ・インタフェース105上の終了境界設定アイコン14をクリックすることにより、この現在の実時間イメージング断面を後続のイメージング・ボリュームの別の境界平面として登録する。上記の操作と同様に、この現在のイメージング断面の走査平面の幾何学表現を決定して記憶し、グラフィカル・ユーザ・インタフェース105の3ポイント

50

終了境界ジオメトリーアイコン 16 の中心点 R A S 座標中に表示させる。

【0025】

尚、開始境界及び終了境界を設定するために非実時間イメージング断面も利用できることを理解すべきである。実時間イメージング断面の利点は、オペレータが後続のイメージング・ボリュームを規定することを目的として関心ある複数のイメージング断面を非常に迅速に見ることができるという点である。更に、オペレータは新たなイメージング断面を収集して表示させた後、必要に応じて開始境界設定アイコン 10 又は終了境界設定アイコン 14 をクリックすることにより、何度でも開始境界平面及び / 又は終了境界平面を設定できる。このように、この実施例によれば、オペレータはより精密にジオメトリーの規定制御を行うことができる。

10

【0026】

後続のイメージング・ボリュームを画定する残りの境界ジオメトリーは、現在の実時間イメージング断面の対応する境界、すなわち、平面内(in-plane)視野(field-of-view) と同一である場合もある。あるいは、残りの境界ジオメトリーを、入力装置 101 (図3には図示せず) を使用して、グラフィカル・ユーザ・インタフェース 105 の別のアイコンによって個別に画定することも可能である。更に、2つの境界平面が互いに平行でない場合には、MR イメージング・システムは開始境界及び終了境界に最適適合アルゴリズム又はその他の適切なアルゴリズムを適用して、残る境界ジオメトリーを計算することができる。

【0027】

オペレータは、ここで、ロケーション適用アイコン 22 をクリックすることができる。その結果、アイコン 12 及び 16 に記憶されていた開始境界及び終了境界ジオメトリー情報が後続のイメージング・ボリュームへ転送される。開始境界及び終了境界のジオメトリー情報が適用された後、オペレータはシリーズ保存アイコン 26 をクリックすることができる。これにより、境界ジオメトリーの規定が完全であるか否かの検査をMR イメージング・システムに促すと共に、規定されたイメージング・ボリュームの収集のためにシステムの動作準備を整えさせる。

20

【0028】

第2に、以前に規定又は画定されたイメージング・ボリュームの境界ジオメトリーを検索するため、また検索されたジオメトリー情報を利用して該規定された境界ジオメトリーを検査するか、又はそれを後続のイメージング・ボリュームを規定するための開始点として使用するために、オペレータは表示装置 104 (図3には図示せず) の1つ又は複数の以前に規定したイメージング・ボリュームのリスト又は表示から1つの以前に規定したイメージング・ボリュームを選択することにより、操作を開始する。以前に規定したイメージング・ボリュームは、以前に記憶した実時間収集データ、以前に記憶した非実時間収集データ、又は以前に記憶した図形により又は(幾何学座標を使用して)明示して規定されたスカウト画像からのイメージング・ボリュームのいずれかであると考えられるが、これらには限定されない。その後、オペレータはロケーション検索アイコン 24 をクリックして、中心点 R A S 座標中の境界ジオメトリー情報をアイコン 12 及び 16 に対応するバッファにロードする。アイコン 12 及び 16 は2つの境界平面ジオメトリー情報を表示する。

30

40

【0029】

開始境界収集アイコン 18 又は終了境界収集アイコン 20 を使用して、オペレータはMR イメージング・システムに、3ポイント開始境界ジオメトリーアイコン 12 又は3ポイント終了境界ジオメトリーアイコン 16 内の検索されたジオメトリー情報により画定される実時間イメージング断面(典型的には、二次元平面状断面)を収集して表示するように指令する。あるいは、検索されたジオメトリー情報を使用して、非実時間イメージング断面を収集し表示することもできる。開始境界収集アイコン 18 及び終了境界収集アイコン 20 で具現化される機能は、スカウト画像を使用して規定されたイメージング・ボリュームのような、まだ収集されていない以前に規定したイメージング・ボリュームの境界を検査又はプレビューする場合に特に有用である。

50

【 0 0 3 0 】

本発明の別の実施例では、開始境界収集アイコン 1 8 又は終了境界収集アイコン 2 0 をクリックした結果として収集されて表示されたイメージング断面を修正して、新たなイメージング断面が収集されて（表示されている現在のイメージング断面に代わって）表示されるようにすることができる。この修正は、例えば、現在のイメージング断面の走査平面を図形により又は（幾何学座標を使用して）明示して変化させることにより実行できる。この新たなイメージング断面は、開始境界設定アイコン 1 0 又は終了境界設定アイコン 1 4 をクリックすることによってアイコン 1 2 又は 1 6 に記憶されている検索済みジオメトリ情報と置き換えるように利用することができる。このように、以前に規定したイメージング・ボリュームのジオメトリ情報を後続のイメージング・ボリュームを規定するための開始点として、又は以前に規定したイメージング・ボリュームの規定を改善する目的で

10

【 0 0 3 1 】

本発明の一実施例に従って、少なくとも 2 つの二次元 M R イメージング断面を使用して関心構造の後続のイメージング・ボリュームのジオメトリを正確に且つ効率良く規定する方法を提供したことは明白になったはずである。更に、本発明の一実施例は、以前に規定したイメージング・ボリュームからジオメトリ情報を検索し、このジオメトリ情報を操作する方法をも提供する。図面に示し且つ以上説明した実施例は現時点では好ましいが、上記の実施例は単なる例として提示されたものであるにすぎないということを理解すべきである。例えば、ここで説明した開始境界又は終了境界の設定は、イメージング断面を表示して、そこから幾何学座標を取り出す又は決定するのではなく、直接に幾何学座標を入力することにより実行されても良い。従って、本発明は特定の一実施例に限定されるのではなく、特許請求の範囲の趣旨に含まれる限り、その代替構成、改変及び変形にまで拡張される。

20

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明を採用して M R イメージング・システムのブロック線図。

【図 2】 図 1 の M R イメージング・システムの一部を形成するトランシーバの電氣的ブロック線図。

【図 3】 図 1 の M R イメージング・システムのオペレータ・コンソールの表示画面に現れるグラフィカル・ユーザ・インタフェースを示す略図。

30

【符号の説明】

- 1 0 0 オペレータ・コンソール、
- 1 0 1 入力装置、
- 1 0 4 表示装置、
- 1 0 5 グラフィカル・ユーザ・インタフェース、
- 1 1 1 ディスク記憶装置、
- 1 1 2 テープ・ドライブ、
- 1 1 8 バックプレーン、
- 1 3 9 勾配コイル・アセンブリ、

フロントページの続き

- (72)発明者 デビンス, ジョセフ・フィリップ
アメリカ合衆国、 5 3 1 8 6、ウィスコンシン州、ワーケシャー、ウエスト・ワバシュ・アベニュー、 1 1 6 番
- (72)発明者 プロロク, リチャード・ジェイ
アメリカ合衆国、 5 3 1 8 8、ウィスコンシン州、ワーケシャー、アパートメント・エル、マウンテン・アベニュー、 2 9 7 番
- (72)発明者 バロニー, ウィリアム・ジェイ
アメリカ合衆国、 5 3 1 5 1、ウィスコンシン州、メノモニー・フォールズ、ウィスパリング・ウェイ、エヌ 5 3 ・ダブリュー 1 5 9 4 5 番

審査官 大 瀬 裕久

- (56)参考文献 特開平 0 5 - 1 3 7 7 0 7 (J P , A)
特開平 0 5 - 0 4 2 1 2 6 (J P , A)
特開平 0 9 - 1 3 1 3 3 4 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
A61B 5/055